

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局(43) 国際公開日  
2004年3月18日 (18.03.2004)

PCT

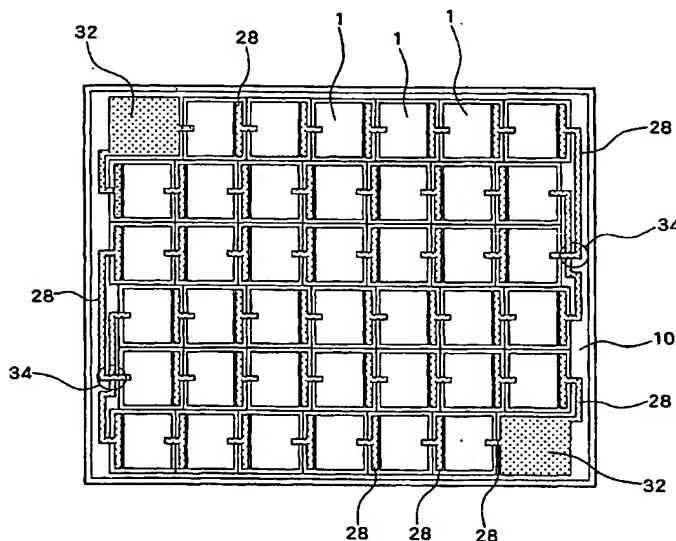
(10) 国際公開番号  
WO 2004/023568 A1

- (51) 国際特許分類: H01L 33/00 徳島県 鳴門市瀬戸町明神字板屋島 1 1 5 番地の 7 Tokushima (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2003/010922
- (22) 国際出願日: 2003年8月28日 (28.08.2003)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願2002-249957 2002年8月29日 (29.08.2002) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): ナイトライド・セミコンダクター株式会社 (NITRIDE SEMICONDUCTORS CO.,LTD.) [JP/JP]; 〒771-0360
- (72) 発明者: 酒井 士郎 (SAKAI,Shiro) [JP/JP]; 〒770-8072 徳島県 徳島市八万町中津浦 1 7 4-4 Tokushima (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてののみ): 敖 金平 (AO,Jin-Ping) [CN/JP]; 〒770-0814 徳島県 徳島市南常三島町 2-1 徳島大学内 Tokushima (JP). 大野 泰夫 (ONO,Yasuo) [JP/JP]; 〒770-8079 徳島県 徳島市八万町大坪 2 2 1-1-8-1 0 3 Tokushima (JP).
- (74) 代理人: 吉田 研二, 外 (YOSHIDA,Kenji et al.); 〒180-0004 東京都 武蔵野市吉祥寺本町 1 丁目 3 4 番 1 2 号 Tokyo (JP).

[続葉有]

(54) Title: LIGHT-EMITTING DEVICE HAVING LIGHT-EMITTING ELEMENTS

(54) 発明の名称: 複数の発光素子を有する発光装置



(57) Abstract: A light-emitting device operating on a high drive voltage and a small drive current. LEDs (1) are two-dimensionally formed on an insulating substrate (10) of e.g., sapphire monolithically and connected in series to form an LED array. Two such LED arrays are connected to electrodes (32) in inverse parallel. Air-bridge wiring (28) is formed between the LEDs (1) and between the LEDs (1) and electrodes (32). The LED arrays are arranged zigzag to form a plurality of LEDs (1) to produce a high drive voltage and a small drive current. Two LED arrays are connected in inverse parallel, and therefore an AC power supply can be used as the power supply.

(57) 要約: 高い駆動電圧及び低い駆動電流で動作する発光装置。サファイア等の絶縁基板 (10) 上に複数のLED (1) を二次元的にモノリシック形成し、複数のLED (1) を直列接続してLED

[続葉有]



(81) 指定国 (国内): CN, KR, RU, US.

添付公開書類:

— 国際調査報告書

(84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

Dアレイとする。2組のLEDアレイを互いに逆極性で電極(32)に接続する。LED(1)の間及びLED(1)と電極(32)間はエアブリッジ配線(28)とする。LEDアレイをシグザグ状に配置することで多数のLED(1)を形成し、高い駆動電圧と低い駆動電流を得る。2つのLEDアレイは逆極性であるため、電源として交流電源を使用できる。

## 明 細 書

### 複数の発光素子を有する発光装置

#### 技術分野

本発明は、基板上に複数の発光素子が形成された発光装置に関する。

#### 背景技術

発光素子（ＬＥＤ）等の発光手段が表示用途等に使用される場合には、その使用条件が駆動電圧約１～４Ｖ、駆動電流が約２０ｍＡとなっている。ところで、近年ＧａＮ系化合物半導体を用いた短波長ＬＥＤが開発され、フルカラーや白色等の固体光源が実用化されたことに伴い、次第にＬＥＤを照明用途にも応用することが検討されている。ＬＥＤを照明用途に応用する場合に、上述した駆動電圧１～４Ｖ、駆動電流２０ｍＡという使用条件とは異なる条件で使用される事態も生じる。このため、ＬＥＤにより大電流を流し、発光出力を大きくする工夫がなされている。大電流を流すためには、ＬＥＤのｐｎ接合面積を大きくし、電流密度を小さく抑える必要がある。

ＬＥＤを照明用光源として使用する場合には、電源として交流を使用し、１００Ｖ以上の駆動電圧で使用できることが便利である。また、同じ電力を投入して同じ発光出力を得るのであれば、低い電流値を保ちながら高い電圧を印加した方が電力損失を小さくすることができる。しかし、従来のＬＥＤでは、必ずしも十分に駆動電圧を高くすることはできなかった。

#### 発明の開示

本発明の目的は、高い駆動電圧で動作できる発光装置を提供することにある。

本発明は、絶縁基板上に複数のＧａＮ系発光素子が形成され、前記複数の発光素子がモノリシックに直列接続されることを特徴とする。

ここで、前記複数の発光素子は、前記基板上に二次元配置されていることが好

適である。

また、前記複数の発光素子は2組に分けられ、2個の電極に互いに反対極性となるように並列接続されてもよい。

前記複数の発光素子間の接続はエアブリッジ配線としてもよい。

前記複数の発光素子間の電氣的な分離は、前記基板として使用されるサファイアにより行われてもよい。

また、前記複数の発光素子は同数ずつ2組に分けられ、各組の発光素子アレイはジグザグ状に配置し、かつ、2組の発光素子アレイは2個の電極に互いに反対極性となるように並列接続されてもよく、前記2組の発光素子アレイは、互い違いに配置してもよい。

また、前記発光素子及び電極は、平面形状が略正方形あるいは三角形状としてもよい。

また、前記複数の発光素子及び電極は、全体形状が略正方形となるように配置してもよい。

本発明において、電極は、交流電源用電極とすることができる。

また、前記2組の発光素子アレイは、共通の $n$ 電極を有してもよい。

本発明では複数の発光素子をモノリシックに、すなわち同一基板上に形成し、これらを直列接続することで、高駆動電圧を可能とする。複数の発光素子を一方方向に接続することで直流駆動が可能となるが、複数の発光素子を2組に分け、各組の発光素子（発光素子アレイ）を互いに逆極性となるように電極に接続することで交流駆動も可能となる。各組の個数は同数でもよく、あるいは異なっているもよい。

複数の発光素子を二次元配列する方法は種々存在するが、基板専有面積をできるだけ小さくすることが望ましい。例えば、2組の発光素子アレイをそれぞれジグザグ状に、すなわち複数の発光素子を折れ曲がった直線上に配置し、それぞれの発光素子アレイを互い違いに配置することで、基板面積を有効活用して多数の発光素子を接続することができる。2組の発光素子アレイを互い違いに配置することで、配線の交叉部分が生じる場合もあるが、発光素子間をエアブリッジ配線で接続することにより交叉部分での短絡を有効に防止できる。発光素子及び電極

の形状は任意であるが、例えば平面形状が略正方形となるように形成することで全体形状も略正方形となり、標準的なマウント構造を使用できる。発光素子及び電極を正方形以外、例えば三角形とした場合でも、これらの三角形状を組み合わせることで全体として略正方形を形成すれば、同様に標準的なマウント構造を使用できるようになる。

#### 図面の簡単な説明

図1は、発光素子（LED）の基本構成図である。

図2は、発光装置の等価回路図である。

図3は、2個のLEDの平面図である。

図4は、図3のIV-IV断面図である。

図5は、発光装置の他の等価回路図である。

図6は、40個のLEDを二次元配列した説明図である。

図7は、図6の回路図である。

図8は、6個のLEDを二次元配列した説明図である。

図9は、図8の回路図である。

図10は、14個のLEDを二次元配列した説明図である。

図11は、図10の回路図である。

図12は、6個のLEDを二次元配列した説明図である。

図13は、図12の回路図である。

図14は、16個のLEDを二次元配列した説明図である。

図15は、図14の回路図である。

図16は、2個のLEDを配列した説明図である。

図17は、図16の回路図である。

図18は、4個のLEDを二次元配列した説明図である。

図19は、図18の回路図である。

図20は、3個のLEDを二次元配列した説明図である。

図21は、図20の回路図である。

図22は、6個のLEDを二次元配列した説明図である。

図 2 3 は、図 2 2 の回路図である。

図 2 4 は、5 個の L E D を二次元配列した説明図である。

図 2 5 は、図 2 4 の回路図である。

図 2 6 は、他の二次元配置説明図である。

図 2 7 は、図 2 6 の回路図である。

図 2 8 は、他の二次元配置説明図である。

図 2 9 は、図 2 8 の回路図である。

図 3 0 は、他の二次元配置説明図である。

図 3 1 は、図 3 0 の回路図である。

#### 発明を実施するための最良の形態

以下、図面に基づき本発明の実施形態について説明する。

図 1 には、本実施形態において G a N 系化合物半導体発光素子としての L E D 1 の基本構成が示されている。L E D 1 は、基板 1 0 上に順次 G a N 層 1 2、S i ドープの n 型 G a N 層 1 4、I n G a N 発光層 1 6、A l G a N 層 1 8、p 型 G a N 層 2 0 が積層され、p 型 G a N 層 2 0 に接して p 電極 2 2、n 型 G a N 層 1 4 に接して n 電極 2 4 が形成される構成である。

図 1 に示された L E D は以下のプロセスにより作製される。すなわち、まず、M O C V D 装置にてサファイア c 面基板を水素雰囲気中で 1 1 0 0 °C、1 0 分間熱処理する。そして、温度を 5 0 0 °C まで降温させ、シランガスとアンモニアガスを 1 0 0 秒間供給して不連続な S i N 膜を基板 1 0 上に形成する。なお、このプロセスはデバイス中の転位密度を低減させるためのものであり、図では S i N 膜は省略している。次に、同一温度でトリメチルガリウム及びアンモニアガスを供給して G a N 層を 2 0 n m 厚成長させる。温度を 1 0 5 0 °C に昇温し、再びトリメチルガリウム及びアンモニアガスを供給してアンダー G a N ( u - G a N ) 層 1 2 及び S i ドープの n 型 G a N 層 1 4 を各 2 μ m 厚成長させる。その後、温度を 7 0 0 °C 程度まで降温して I n G a N 発光層 1 6 を 2 n m 厚成長させる。目標組成は  $x = 0.15$ 、すなわち  $I n_{0.15}G a_{0.85}N$  である。発光層 1 6 成長後、温度を 1 0 0 0 °C まで昇温して A l G a N 正孔注入層 1 8 を成長させ、さら

にp型GaN層20を成長させる。

p型GaN層20を成長させた後、ウエハをMOCVD装置から取り出し、Ni10nm厚、Au10nm厚を順次真空蒸着で成長層表面に形成する。5%の酸素を含む窒素ガス雰囲気中で520℃熱処理することで金属膜はp型透明電極22となる。透明電極形成後、全面にフォトリソストを塗布し、n型電極形成のためのエッチングをフォトリソストをマスクとして行う。エッチング深さは、例えば600nm程度である。エッチングで露出したn型GaN層14上にTi5nm厚、Al5nm厚を形成し、窒素ガス雰囲気中で450℃、30分間熱処理してn型電極24を形成する。最後に、基板10の裏面を100μmまで研磨してチップを切り出し、マウントすることでLED1が得られる。

図1では、基板10上に一つのGaN系LED1が形成されているが、本実施形態では、基板10上にLED1をモノリシックに、かつ二次元アレイ状に複数形成し、各LEDを接続して発光装置（チップ）を構成する。ここで、「モノリシック」とは、1個の基板上に全ての素子が形成されていることを意味する。

図2には、発光装置の等価回路図が示されている。図2において、2次元アレイ状に形成された発光素子群は同数（図では4個）ずつ2組に分けられ、各組のLED1はそれぞれ直列接続され、2組のLED列は電極（駆動電極）に対して逆極性となるように並列接続される。このようにLED列が直列接続されることにより、各々の駆動電圧が加算された高い電圧でLED1を駆動することができる。また、各LED列はその極性が互いに反対となるように電極に並列接続されているので、電源として交流電源を使用した場合にも、電源の各周期中に必ずどちらかのLED列が発光していることになるので、効率のよい発光を行うことができる。

図3には、基板10上にモノリシックに形成された複数のLEDの部分的な平面図が示されている。また、図4は、図3のIV-IV断面図が示されている。図3において、LED1の上面には、図1に示されるようにp電極22及びn電極24が形成されている。隣接するLED1のp電極22とn電極24との間がエアブリッジ配線28により接続され、複数のLED1が直列接続される。

図4において、各LED1は説明の都合上簡略的に示されている。すなわち、

n-GaN層14、p-GaN層20、p-電極22、n-電極24のみが示されている。実際には図1に示されるようにInGaN発光層16等が存在することは言うまでもない。エアブリッジ配線28は、p電極22からn電極24までを空中を介して接続する。これにより、素子表面に絶縁膜を塗布し、この上に電極を形成してp電極22とn電極24とを電氣的に接続する方法に比べ、エッチング溝に沿って電極を配置する必要が無くなるので、配線切れや絶縁膜からn層、p層へ絶縁材料を構成する元素が熱拡散してLED1を劣化させるという問題を回避できる。エアブリッジ配線28は、LED1間のみならずLED1と図示しない電極との間の接続にも使用される。

また、図4に示されるように、各LED1は互いに独立し、電氣的に絶縁される必要がある。このため、各LED1はサファイア基板10上で分離された構成となっている。サファイアはそれ自身絶縁体であるので、LED1をそれぞれ電氣的に分離することができる。このように、サファイア基板10をLEDの電氣的な分離を行うための抵抗体として使用することにより、容易かつ確実にLEDの電氣的な分離を行うことができる。

なお、発光素子としては、pn接合を有するLEDの他、MISとすることもできる。

図5には、発光装置の他の等価回路図が示されている。図において、20個のLED1が直列接続されて1つのLEDアレイを形成しており、2つのLEDアレイ（合計40個のLED）が電源に並列に接続されている。LED1の駆動電圧は5Vに設定されており、各LEDアレイの駆動電圧は100Vとなっている。2つのLEDアレイは図2と同様に互いに反対極性となるように電源に並列接続されており、電源の極性がいずれであっても必ずどちらかのLEDアレイが発光することになる。

図6には、二次元アレイが具体的に示されている。図2の等価回路図に対応するものである。図において、サファイア基板10上に合計40個のLED1が形成されており、それぞれ20個ずつ2組に分けられ、エアブリッジ配線28により直列接続されて2つのLEDアレイを形成している。より詳細には、各LED1は全て同形の正方形で同サイズであり、1つのLEDアレイは上から6個、7



個、7個とそれぞれ直線上に配置され、上から第1列目（6個）と第2列目（7個）は互いに逆向きに形成され、第2列目と第3列目も互いに逆向きに形成される。第1列目と第2列目、第2列目と第3列目は互いに離間して配置されている。これは、後述するように他方のLEDアレイの列が交互に挿入されるためである。第1列目の右端のLED 1と第2列目の右端のLED 1とはエアブリッジ配線28により接続される。第2列目の左端のLED 1と第3列目の左端のLED 1もエアブリッジ配線28で接続されてジグザグ配列となる。第1列目の左端のLED 1は基板10の左上部に形成された電極（パッド）32にエアブリッジ配線28で接続され、第3列目の右端のLED 1は基板10の右下部に形成された電極（パッド）32にエアブリッジ配線28で接続される。2つの電極（パッド）32もLED 1と同形の正方形である。他方のLEDアレイは上述した一方のLEDアレイの間隙に互い違いとなるように形成される。すなわち、他方のLEDアレイは上から7個、7個、6個とそれぞれ直線上に配置され、上から第1列目は一方のLEDアレイの第1列目と第2列目の間に形成され、第2列目は一方のLEDアレイの第2列目と第3列目の間に形成され、第3列目は一方のLEDアレイの第3列目の下に形成される。他方のLEDアレイの第1列目と第2列目、及び第2列目と第3列目も互いに逆方向となるように形成され、第1列目の右端のLED 1は第2列目の右端のLED 1にエアブリッジ配線28で接続され、第2列目の左端のLED 1は第3列の左端のLED 1にエアブリッジ配線28で接続されてジグザグ状となる。他方のLEDアレイの第1列目の左端のLEDは基板10の左上部に形成された電極32にエアブリッジ配線28で接続され、第3列目の右端のLED 1は基板10の右下部に形成された電極32にエアブリッジ配線28で接続される。一方のLEDアレイと他方のLEDアレイの電極32に対する極性は互いに逆である。発光装置（チップ）の全体形状は長方形である。電源が供給される2つの電極32は、長方形の対角位置に離間して形成される点も着目されたい。

図7には、図6の回路図が示されている。それぞれのLEDアレイはジグザグ状に屈曲しつつ直列接続され、2つのLEDアレイはジグザグ状の各列が互いの列の間に形成される様子が明らかとなろう。このような配置とすることで、多数

のLED 1を小さな基板10上に配置することができる。また、40個のLED 1に対して電極32が2個でよいので、この点でも基板10の使用効率を向上させることができる。また、各LED 1を分離するためにLED 1を個別に形成する場合にはウエハをカットして分離する必要があるのに対し、本実施形態では各LED 1の分離をエッチングで行うことができるので、LED 1の間隔を狭くすることができる。これにより、サファイア基板10の大きさをより小さくすることができる。LED 1同士の分離は、フォトリソストや反応性イオンエッチング、ウェットエッチングを併用することでLED 1以外の領域を基板10に達するまでエッチング除去することで達成される。各LEDアレイは交互に発光するので、発光効率を向上できるとともに放熱特性も向上させることができる。また、直列接続させるLED 1の数を変更すれば、全体としての駆動電圧も変更できる。また、LED 1の面積を小さくすると、1つのLED当たりの駆動電圧を高くすることもできる。LED 1を20個直列に接続した場合、商用電源(100V、60Hz)で駆動すると、およそ150mWの発光出力を得ることができる。この場合の駆動電流としては20mA程度である。

なお、図7から分かるように、2つのLEDアレイをジグザグ状に交互に配列する場合、エアブリッジ配線28に交叉部分34が必然的に発生する。例えば、他方のLEDアレイの第1列目と第2列目を接続する際に、一方のLEDアレイの第1列目と第2列目を接続するための配線部分と交叉する。しかし、本実施形態のエアブリッジ配線28は、上述したように基板10に接着しておらず、基板10から離れて空中を通過するので、交叉部分34においてエアブリッジ配線28同士が接触し、短絡することを容易に回避することができる。エアブリッジ配線28を用いる利点の一つである。エアブリッジ配線28は、例えば以下のようにして形成される。すなわち、全面に2 $\mu$ mの厚さのフォトリソストを塗布し、エアブリッジ配線の形状に穴を開けた後にポストバークする。その上に、真空蒸着でTiを10nm、Auを10nm、この順序で蒸着する。さらにその上の全面に2 $\mu$ m厚さでフォトリソストを再度塗布し、エアブリッジ配線を形成する部分のみに穴を開ける。次いで、TiとAuを電極として電解液中でイオンプレーティング(メッキ)により電極全面に3~5 $\mu$ mの厚さのAuを付着させる。そ

の後、試料をアセトンに浸し、超音波洗浄によりフォトリジストを溶解除去してエアブリッジ配線 28 が完成する。

このように、複数の LED 1 を二次元アレイ状に配置することで、基板面積を有効に活用しつつ高駆動電圧、特に商用電源での駆動も可能となるが、二次元アレイのパターンとしてはこの他にも種々のパターンが可能である。一般に、二次元アレイパターンとしては、以下の条件を備えることが望ましい。

(1) 各 LED に均一に電流を流し、均一な発光を得るためには各 LED の形状、電極位置が同一であることが望ましい。

(2) ウエハをカットしてチップにするためには、各 LED の辺は直線であることが望ましい。

(3) 光取り出し効率を向上させるため、標準的なマウントを使用して周辺からの反射を利用するためには LED は平面形状が正方形に近い形状が望ましい。

(4) 2 つの電極（ボンディングパッド）の大きさは  $100\mu\text{m}$  角程度で、互いに離れていることが望ましい。

(5) ウエハ面積の有効利用のため、配線、パッドの占める割合は小さい方が望ましい。

もちろん、これらは必須ではなく、例えば各 LED の形状としては平面形状三角形を用いることも可能であろう。各 LED の形状が三角形であっても、これらを組み合わせることで全体形状を略正方形とすることができる。以下、二次元アレイパターンの例をいくつか示す。

図 8 には、合計 6 個の LED 1 を二次元に配置した例が示されており、図 9 にはその回路図が示されている。図 8 の配置は、基本的には図 6 の配置と同様であり、合計 6 個の LED アレイは同数ずつ 2 組に分けられ、それぞれ直列接続された 3 個の LED から構成される。一方の LED アレイはジグザグ状に配列され、上から第 1 列目は 1 個の LED 1、第 2 列目は 2 個の LED 1 が形成される。第 1 列目の LED と第 2 列目の右端の LED 1 はエアブリッジ配線 28 で直列接続され、第 2 列目の 2 個の LED 1 もエアブリッジ配線 28 で直列接続される。基板 10 の左上部と左下部に電極（パッド）32 が形成され、第 1 列目の LED 1 は左上部の電極 32 にエアブリッジ配線で接続され、第 2 列目の左端の LED 1

は左下部の電極 3 2 に接続される。他方の L E D アレイもジグザグ状に配列され、上から第 1 列目は 2 個の L E D 1、第 2 列目は 1 個の L E D 1 が形成される。他方の L E D アレイの第 1 列目は前記一方の L E D アレイの第 1 列目と第 2 列目の間に形成され、他方の L E D アレイの第 2 列目は前記一方の L E D アレイの第 2 列目の下方に形成される。第 1 列目の右端の L E D 1 は第 2 列目の L E D 1 にエアブリッジ配線 2 8 で直列接続され、第 1 列目の 2 個の L E D 1 同士もエアブリッジ配線 2 8 で直列接続される。第 1 列目の左端の L E D 1 は左上部の電極 3 2 にエアブリッジ配線 2 8 で接続され、第 2 列目の L E D 1 は左下部の電極 3 2 にエアブリッジ配線 2 8 で接続される。図 9 から分かるように、この例でも 2 つの L E D アレイは互いに並列に電極 3 2 に接続され、かつ、互いに逆極性となるように接続される。したがって、交流電源を供給した場合、2 つの L E D アレイは交互に発光することになる。

図 1 0 には、合計 1 4 個の L E D を二次元配置した例が示されており、図 1 1 にはその回路図が示されている。合計 1 4 個の L E D アレイは 2 組に分けられ、それぞれ直列接続された 7 個の L E D から構成される。一方の L E D アレイはジグザグ状に配列され、上から第 1 列目は 3 個の L E D 1、第 2 列目は 4 個の L E D 1 が形成される。第 1 列目の左端の L E D と第 2 列目の左端の L E D 1 はエアブリッジ配線 2 8 で直列接続され、第 1 列目の 3 個の L E D 同士、及び第 2 列目の 4 個の L E D 1 同士もエアブリッジ配線 2 8 で直列接続される。基板 1 0 の右上部と右下部に電極（パッド） 3 2 が形成され、第 1 列目の右端の L E D 1 は右上部の電極 3 2 にエアブリッジ配線で接続され、第 2 列目の右端の L E D 1 は右下部の電極 3 2 に接続される。他方の L E D アレイもジグザグ状に配列され、上から第 1 列目は 4 個の L E D 1、第 2 列目は 3 個の L E D 1 が形成される。他方の L E D アレイの第 1 列目は前記一方の L E D アレイの第 1 列目と第 2 列目の間に形成され、他方の L E D アレイの第 2 列目は前記一方の L E D アレイの第 2 列目の下方に形成される。第 1 列目の左端の L E D 1 は第 2 列目の左端の L E D 1 にエアブリッジ配線 2 8 で直列接続される。第 1 列目の 4 個の L E D 1 同士、及び第 2 列目の 3 個の L E D 1 同士も直列接続される。第 1 列目の右端の L E D 1 は右上部の電極 3 2 にエアブリッジ配線 2 8 で接続され、第 2 列目の右端の L E

D 1は右下部の電極3 2にエアブリッジ配線2 8で接続される。図1 1から分かるように、この例でも2つのLEDアレイは互いに並列に電極3 2に接続され、かつ、互いに逆極性となるように接続される。したがって、交流電源を供給した場合、2つのLEDアレイは交互に発光することになる。

図6、図8、図10の二次元パターンに共通する特徴としては、各LED1が略正方形の同形、同サイズであること、2つの電極（パッド）も略正方形であり、隣接形成されていない（離間形成されている）こと、2つのLEDアレイの組み合わせであること、2つのLEDアレイは屈曲しつつチップ上に互いに交錯するように形成されること、2つのLEDアレイは互いに逆極性となるように電極に接続されること、等である。

図12には、平面形状が三角形のLEDを二次元配列した場合の例が示されており、図13にはその回路図が示されている。図12において、合計6個のLED1 a、1 b、1 c、1 d、1 e、1 fがその平面形状が三角形となるように形成されている。LED1 aとLED1 eが三角形の一辺で対向して2つで略正方形となるように配置され、LED1 bと1 fが対向して2つで略正方形となるように配置される。また、LED1 dと電極3 2が対向して接続し、LED1 cと電極3 2が対向して接続する。2つの電極3 2もLEDと同様に平面形状が三角形であり、同様に略正方形となるように配置される。LED同士の対向する辺はn電極2 4を構成し、すなわち、対向する2つのLEDはn電極2 4を共有する。LEDと電極3 2もn電極接続である。この配置も、上述した例と同様に合計6個のLEDは2組に分けられる。一方のLEDアレイは、LED1 a、LED1 b、LED1 cからなるアレイであり、LED1 aのp電極2 2は電極3 2にエアブリッジ配線2 8で接続され、そのn電極2 4はLED1 bのp電極2 2とエアブリッジ配線2 8で接続される。LED1 bのn電極2 4はLED1 cのp電極2 2とエアブリッジ配線2 8で接続される。LED1 cのn電極2 4は電極3 2に接続される。他方のLEDアレイは、LED1 d、LED1 e、LED1 fから構成され、電極3 2とLED1 fのp電極2 2はエアブリッジ配線2 8で接続され、LED1 fのn電極2 4はLED1 eのp電極2 2とエアブリッジ配線2 8で接続され、LED1 eのn電極2 4とLED1 dのp電極2 2はエ

アブリッジ配線 28 で接続され、LED 1 d の n 電極 24 は電極 32 に接続される。

図 13 において、一方の LED アレイを構成する LED 1 a と他方の LED アレイを構成する LED 1 e の n 電極が接続されており、一方の LED アレイを構成する LED 1 b と他方の LED アレイを構成する LED 1 f の n 電極が接続されている点にも着目されたい。2 組の LED アレイのいくつかの n 電極を共有することで、回路配線を削減することができる。また、この例においても、2 つの LED アレイは並列に電極 32 に接続され、かつ、互いに逆極性となるように接続される。また、各 LED は同形、同サイズであり、各 LED を一つの辺で対向させるとともに電極 32 も三角形形状とすることで LED 及び電極を高密度に形成して必要な基板面積を小さくすることができる。

図 14 には、平面形状が三角形の LED を二次元配列した他の例が示されており、図 15 にはその回路図が示されている。この例では、合計 16 個の LED 1 a ~ 1 r が二次元形成されている。LED 1 a と 1 j、1 b と 1 k、1 c と 1 m、1 d と 1 n、1 e と 1 p、1 f と 1 q、1 g と 1 r がそれぞれ三角形の一つの辺で対向する。対向する辺には n 電極 24 が共通形成されている。また、LED 1 i と電極 32 が対向し、LED 1 h と電極 32 が対向する。一方の LED アレイは LED 1 a、1 b、1 c、1 d、1 e、1 f、1 g、1 h から構成され、他方の LED アレイは LED 1 r、1 q、1 p、1 n、1 m、1 k、1 j、1 i から構成される。LED 1 b の n 電極 24 はエアブリッジ配線 28 により LED 1 c の p 電極 22 に接続され、LED 1 e の n 電極 24 もエアブリッジ配線 28 により LED 1 f の p 電極 22 に接続される。また、LED 1 q の n 電極 24 もエアブリッジ配線 28 により LED 1 p の p 電極 22 に接続され、LED 1 m の n 電極 24 もエアブリッジ配線 28 により LED 1 k の p 電極 22 に接続される。図 14 においても、図 12 と同様に交叉部分が生じるが、エアブリッジ配線 28 により短絡を回避できる。また、この例においても 2 組の LED アレイのいくつかの n 電極 24 を共有構造とすることで必要な配線を削減している。また、この例においても 2 つの LED アレイは並列で互いに逆極性で電極 32 に接続されており、交流駆動が可能である。図 12 においては合計 6 個の LED の場合、図 14

においては合計 16 個の LED の場合について示したが、他の個数の LED でも同様に二次元配列できる。本願出願人は、38 個の LED を二次元配列した発光装置も作成している。

以上、交流駆動の場合について説明したが、直流駆動も可能であることは言うまでもない。この場合、LED アレイを互いに逆極性となるように電極に接続するのではなく、直流電源の極性の向きに合わせて LED アレイを順方向に接続すればよい。複数の LED を直列接続することで、高電圧駆動が可能である。以下、直流駆動の場合についても説明する。

図 16 には、2 個の LED を直列接続した例が示されており、図 17 にはその回路図が示されている。各 LED 1 は平面形状が矩形状であり、2 個の LED 間はエアブリッジ配線 28 で接続される。電極 32 は各 LED 1 の近傍に形成されており、電極 32 と LED 1 とで長方形の領域を形成する。すなわち、電極 32 は長方形領域の一部を占有し、長方形領域の他の領域に LED 1 が形成されている。

図 18 には、合計 4 個の LED を二次元配列した例が示されており、図 19 にはその回路図が示されている。図 16 の LED 1 を 2 個に分割し、それぞれを並列に接続したものである。2 個の LED からなる LED アレイを 2 組並列に順方向接続したと云うこともできる。LED 1a と 1b で一つの LED アレイを構成し、LED 1c と 1d でもう一つの LED アレイを構成する。LED 1a と LED 1c は p 電極 22 及び n 電極 24 を共有し、LED 1b と LED 1d も p 電極 22 及び n 電極 24 を共有する。この構成によれば、図 16 に比べて電流が均一化する効果がある。

図 20 は、合計 3 個の LED を二次元配列した例が示されており、図 21 にはその回路図が示されている。LED 1a、1b、1c は同形ではなく、LED 1a の一部に電極 32 が形成されている。LED 1a の n 電極 24 と LED 1b の p 電極は LED 1b の上を跨ぐエアブリッジ配線 28 で接続される。各 LED の形状及び配置を工夫することで、3 個の LED であっても発光装置（チップ）全体の外観形状を略正方形とすることができる。

図 22 には、合計 6 個の LED を二次元配列した例が示されており、図 23 に

はその回路図が示されている。各LED 1a～1fは同形、同サイズである。LED 1a～1fは直列接続される。LED 1a～1cは直線上に配置され、LED 1d～1fは他の直線上に配置される。LED 1cとLED 1dはエアブリッジ配線28で接続される。この例においても、チップの全体形状を略正方形とすることができる。

図24には、合計5個のLEDを二次元配列した例が示されており、図25にはその回路図が示されている。LED 1a～1eは同形（長方形）、同サイズである。この例においても、全体形状を略正方形とすることができる。

以上、本発明の実施形態について説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく種々の変更が可能である。特に、複数の発光素子（LED等）を二次元配置する場合のパターンは上述したパターン以外にも可能である。この場合、隣接する発光素子間で電極を共有して配線を少なくすること、全体形状を正方形あるいは長方形とすること、複数組の発光素子アレイを電極に並列接続すること、交流駆動の場合に複数組の発光素子アレイを互い逆極性とすること、複数組の発光素子アレイをそれぞれジグザグ状に屈曲させて組み合わせること、等が好適である。

図26～図31には、これらの変更例のいくつかが例示されている。図26は交流駆動の場合の二次元配置であり、合計40個のLEDが配置されている。図27はその回路図である。図6と異なる点は、2組のLEDアレイのいくつかはn電極24を共有する点である（図5参照）。例えば、一方のLEDアレイの第1列の右端から2番目に位置するLED（図中 $\alpha$ で示す）のn電極24は、他方のLEDアレイの第1列の右端に位置するLED（図中 $\beta$ で示す）のn電極24と共有されている。なお、LEDアレイの端部（図中 $\gamma$ 部分）におけるエアブリッジ配線28は、交叉させることなく共通形成されている。

図28は、交流駆動の場合の二次元配置であり、合計14個のLEDが配置されている。図29はその回路図である。図10と異なる点は、2組のLEDアレイのいくつかはn電極24を共有する点である。例えば、一方のLEDアレイの第1列の左端のLED（図中 $\alpha$ で示す）のn電極24は、他方のLEDアレイの第1列の右端から2番目に位置するLED（図中 $\beta$ で示す）のn電極24と共有



されている。また、端部（図中 $\gamma$ 部分）におけるエアブリッジ配線 28 は共通形成されている。

図 30 は、交流駆動の場合の二次元配置であり、合計 6 個の LED が配置されている。図 31 はその回路図である。この例においても、端部（ $\gamma$ 部）のエアブリッジ配線 28 が共通形成されている。この構成も、一方の LED アレイにおける n 電極 24 と他方の LED アレイにおける n 電極 24 が共有されていると云うことができる。

## 請 求 の 範 囲

1. 絶縁基板上に複数のGaN系発光素子が形成され、前記複数の発光素子がモノリシックに直列接続されることを特徴とする発光装置。
2. 請求項1記載の装置において、  
前記複数の発光素子は、前記基板上に二次元配置されていることを特徴とする発光装置。
3. 請求項1記載の装置において、  
前記複数の発光素子は2組に分けられ、2個の電極に互いに反対極性となるように並列接続されることを特徴とする発光装置。
4. 請求項1記載の装置において、  
前記複数の発光素子間の接続はエアブリッジ配線であることを特徴とする発光装置。
5. 請求項1記載の装置において、  
前記複数の発光素子間の電氣的な分離は、前記基板として使用されるサファイアにより行われることを特徴とする発光装置。
6. 請求項2記載の装置において、  
前記複数の発光素子は同数ずつ2組に分けられ、各組の発光素子アレイはジグザグ状に配置され、かつ、2組の発光素子アレイは2個の電極に互いに反対極性となるように並列接続されることを特徴とする発光装置。
7. 請求項6記載の装置において、  
前記2組の発光素子アレイは、互い違いに配置されることを特徴とする発光装置。

8. 請求項 6 記載の装置において、

前記発光素子及び電極は、平面形状が略正方形であることを特徴とする発光装置。

9. 請求項 6 記載の装置において、

前記発光素子及び電極は、平面形状が三角形状であることを特徴とする発光装置。

10. 請求項 2 記載の装置において、

前記複数の発光素子及び電極は、全体形状が略正方形となるように配置されることを特徴とする発光装置。

11. 請求項 10 記載の装置において、

前記複数の発光素子からなる発光素子アレイはジグザグ状に配置されることを特徴とする発光装置。

12. 請求項 6 記載の装置において、

前記電極は、交流電源用電極であることを特徴とする発光装置。

13. 請求項 6 記載の装置において、

前記 2 組の発光素子アレイは、共通の  $n$  電極を有することを特徴とする発光装置。

図1

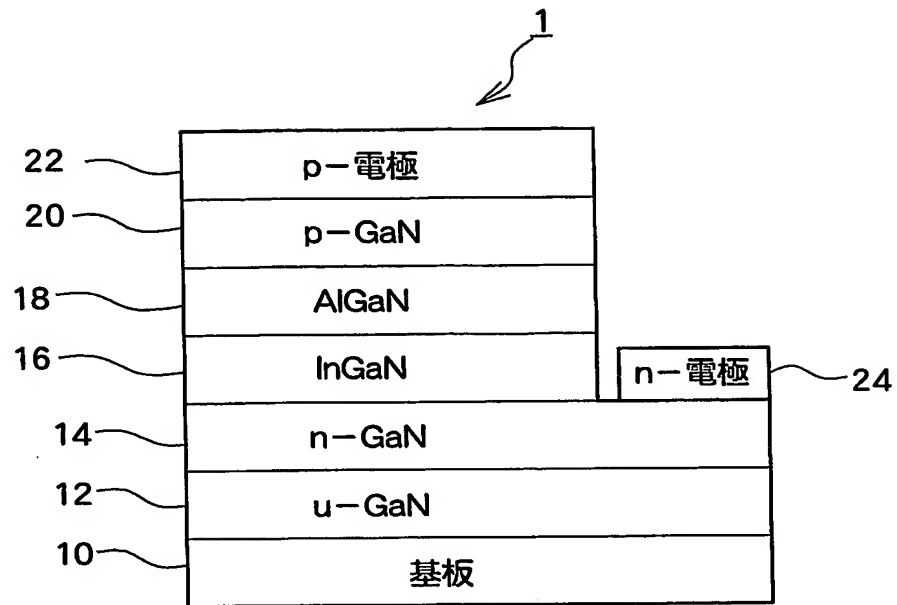


図2

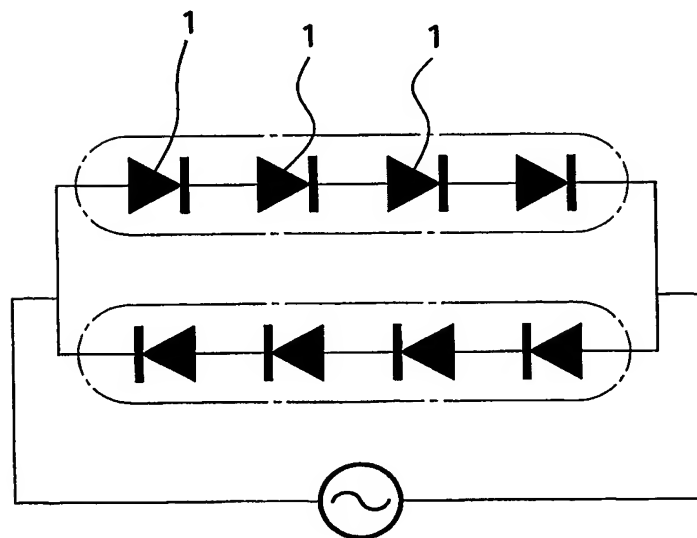


図 3

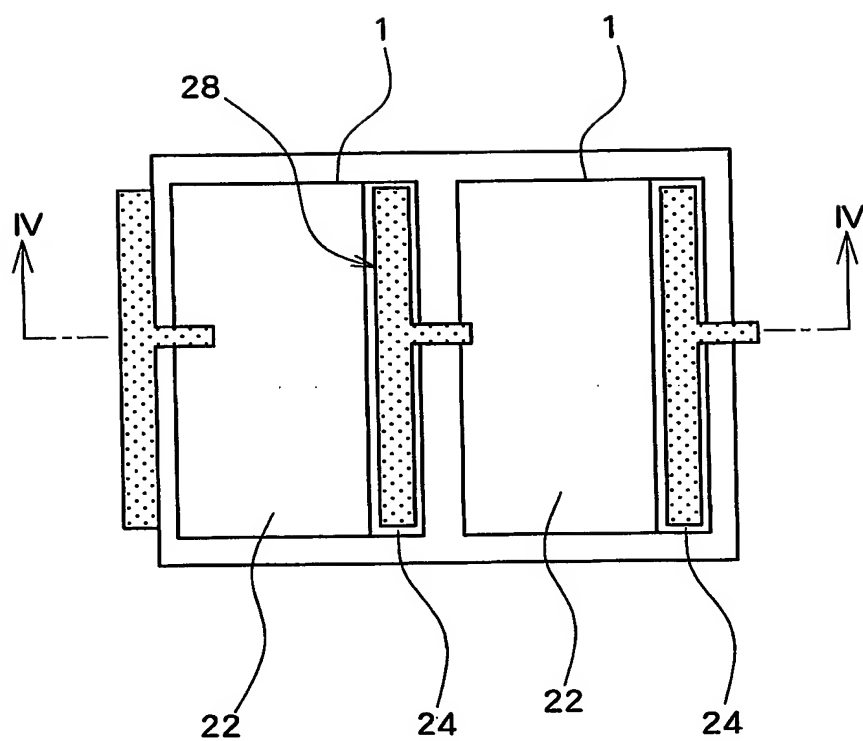


図 4

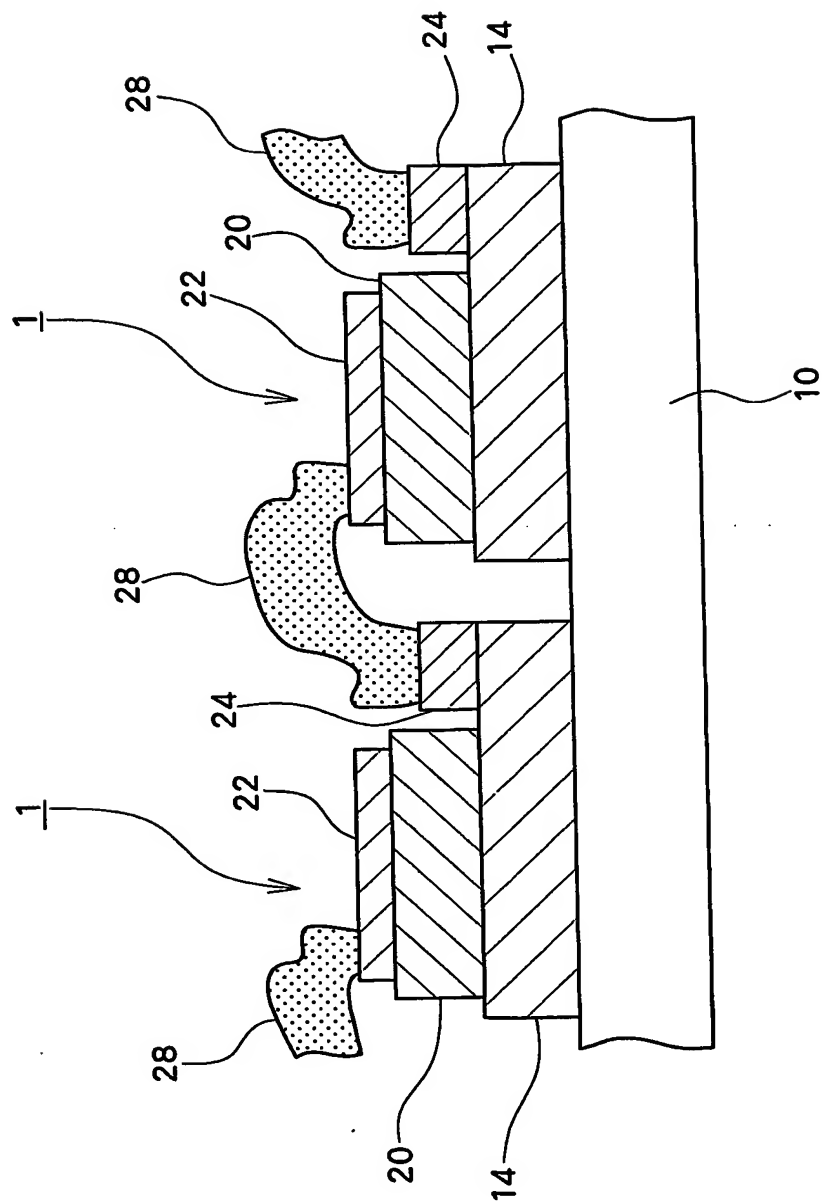


図 5

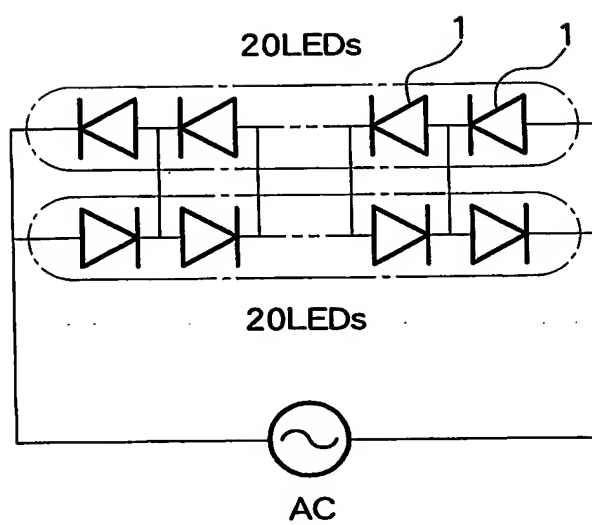


図 6

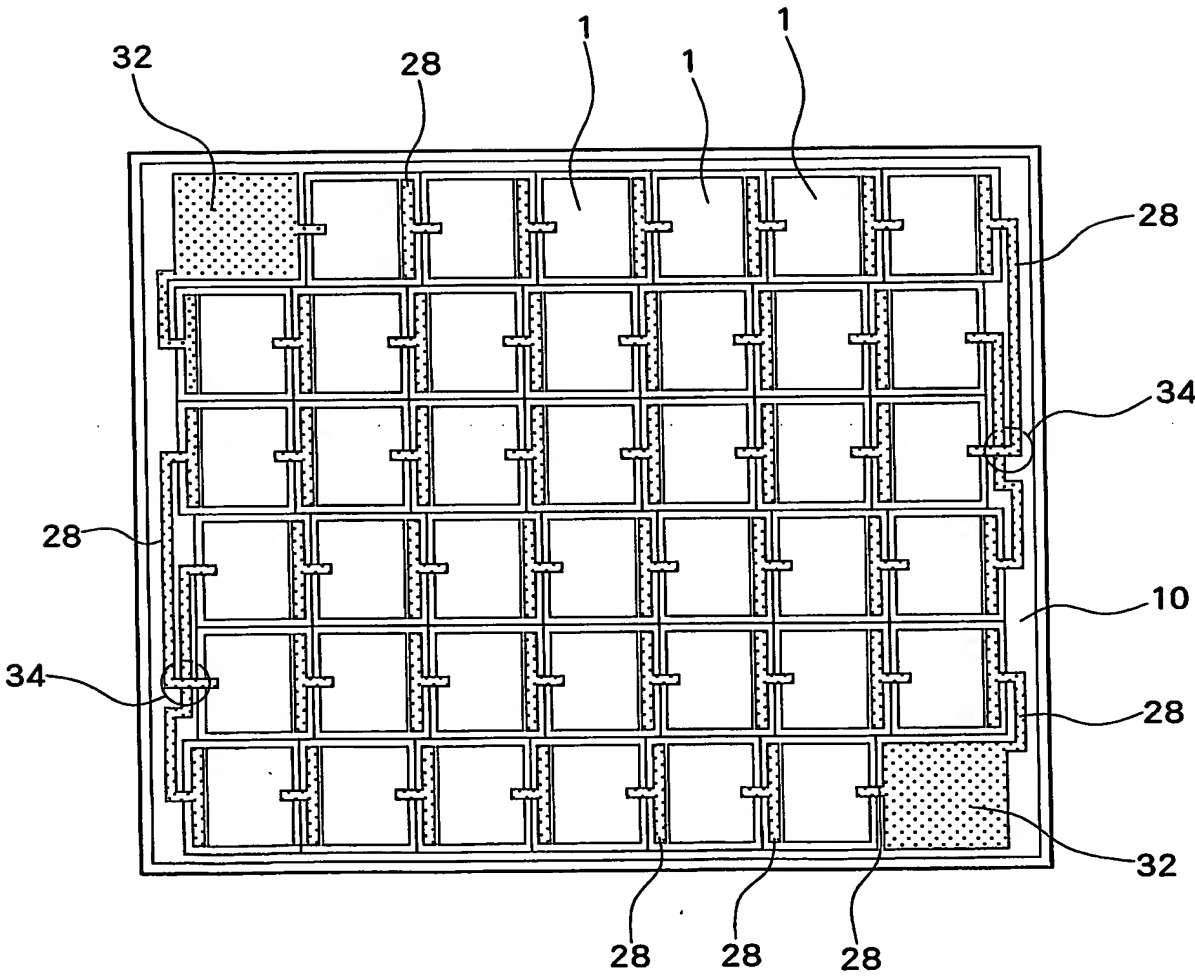
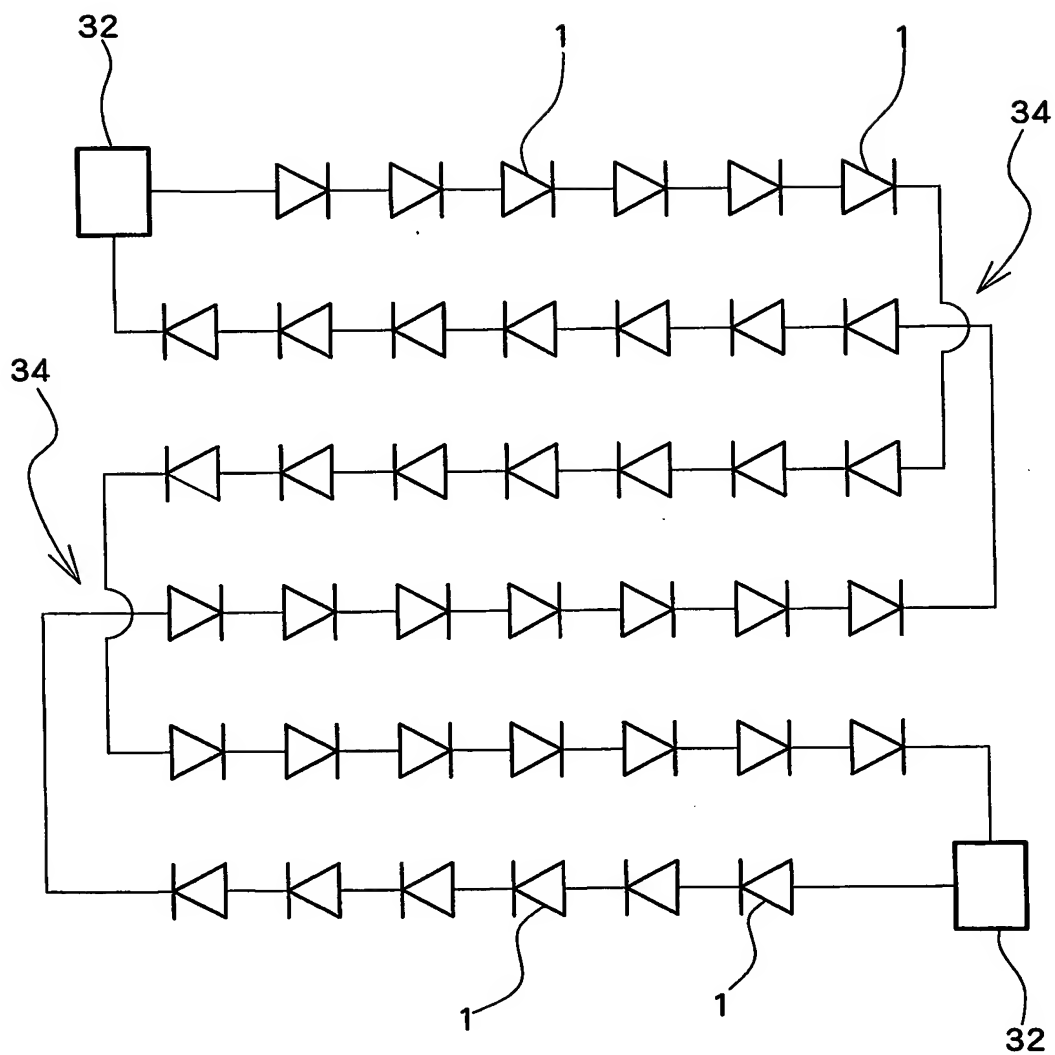
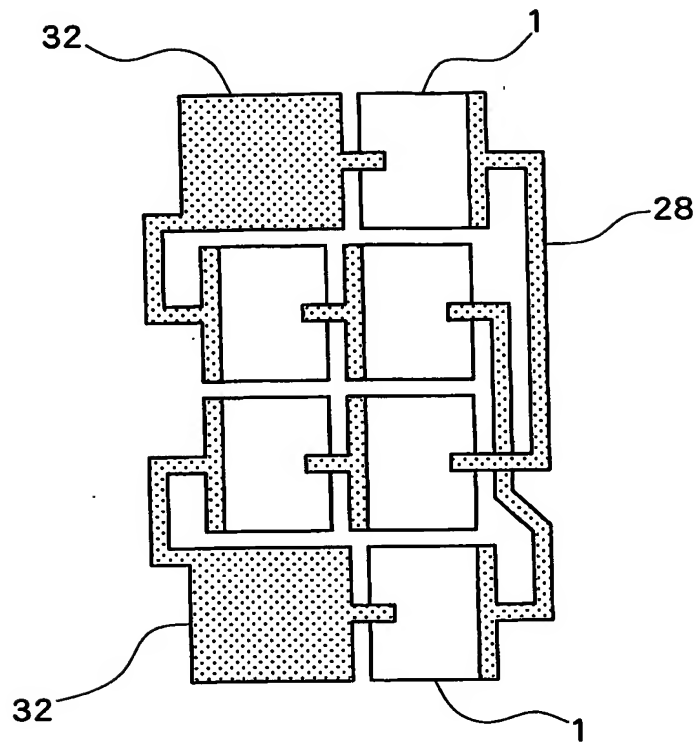




図 7



8



9

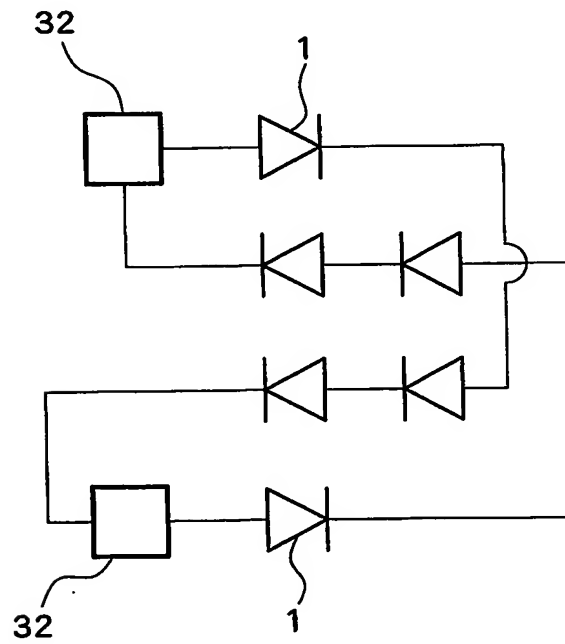


図 10

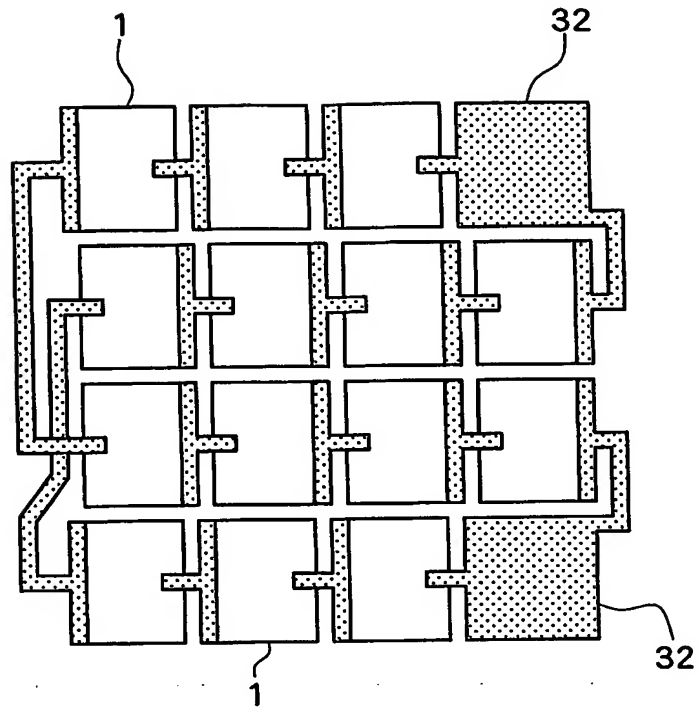
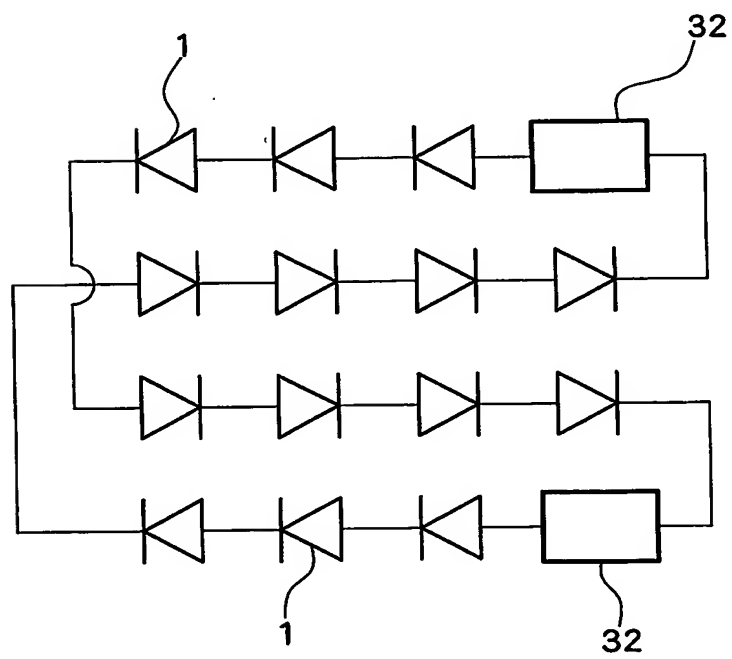
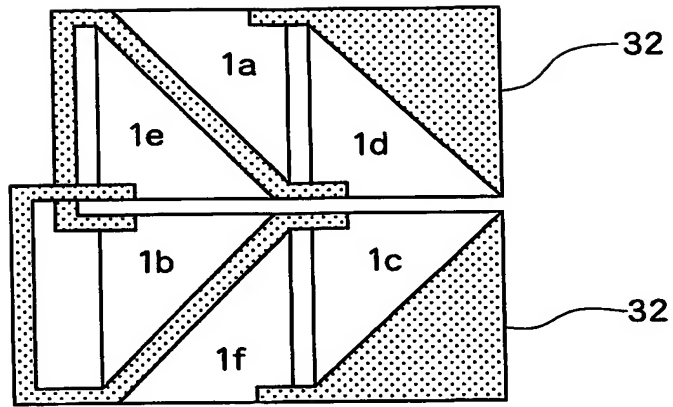


図 11



12



13

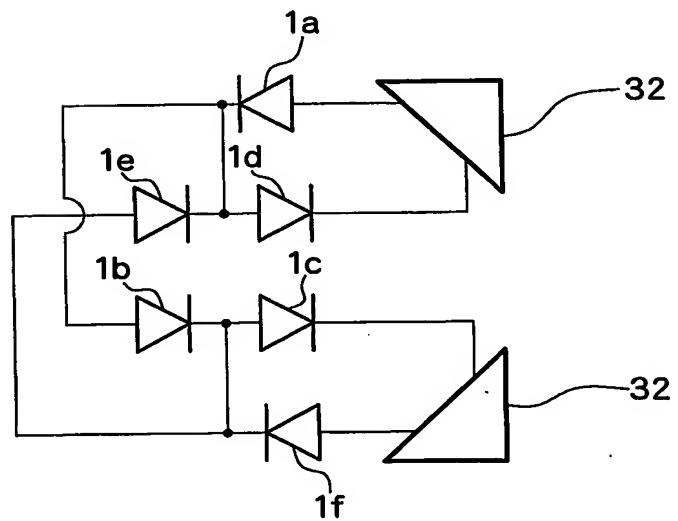


図 14

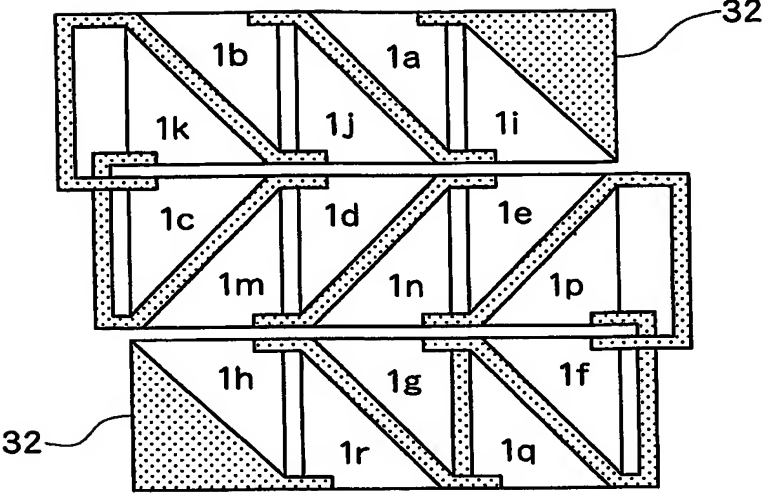


図 15

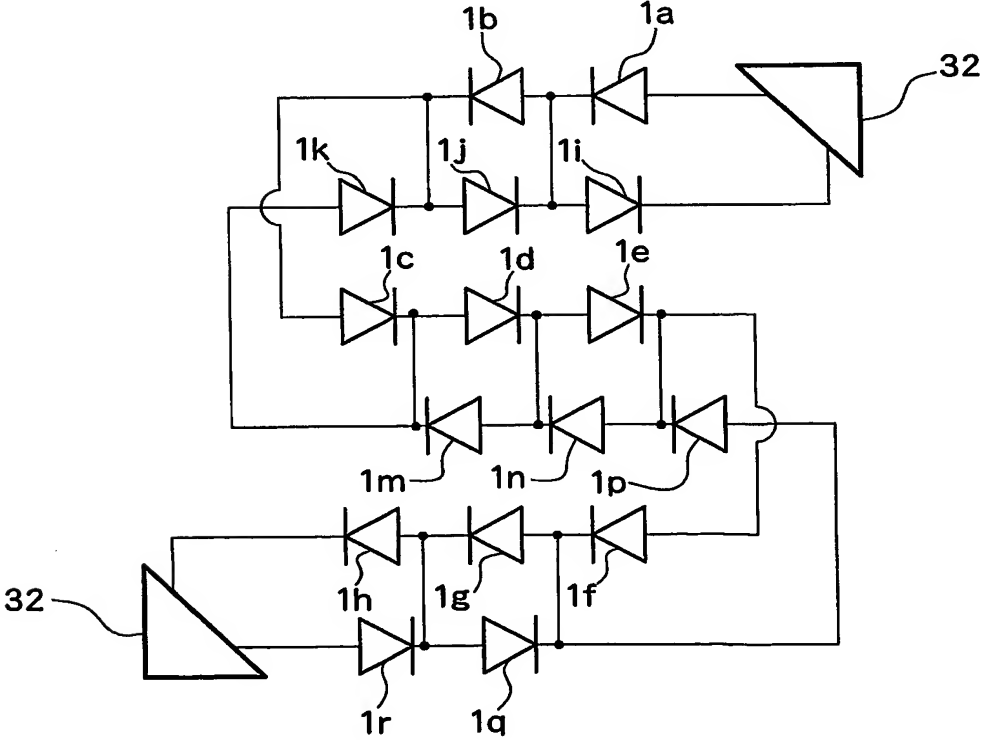


図 16

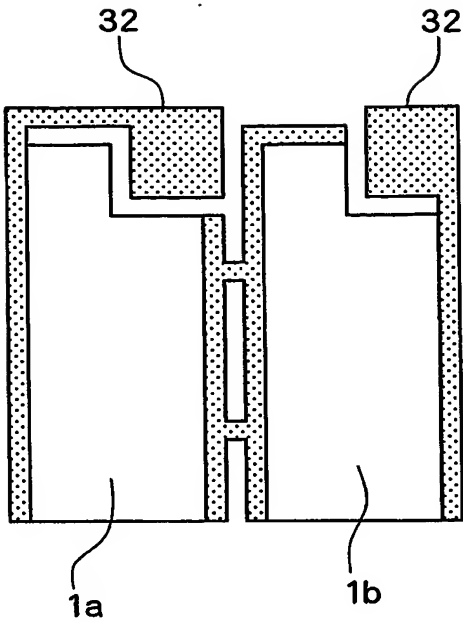


図 17

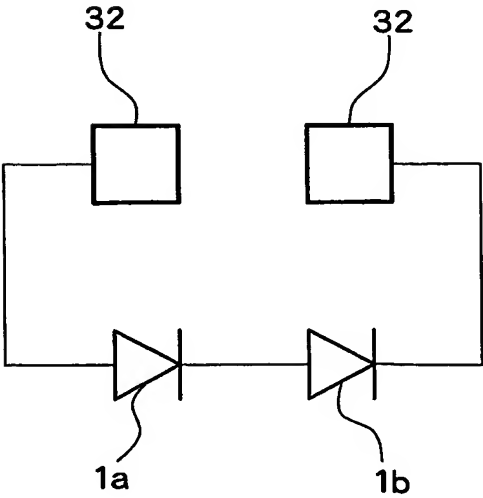


図 18

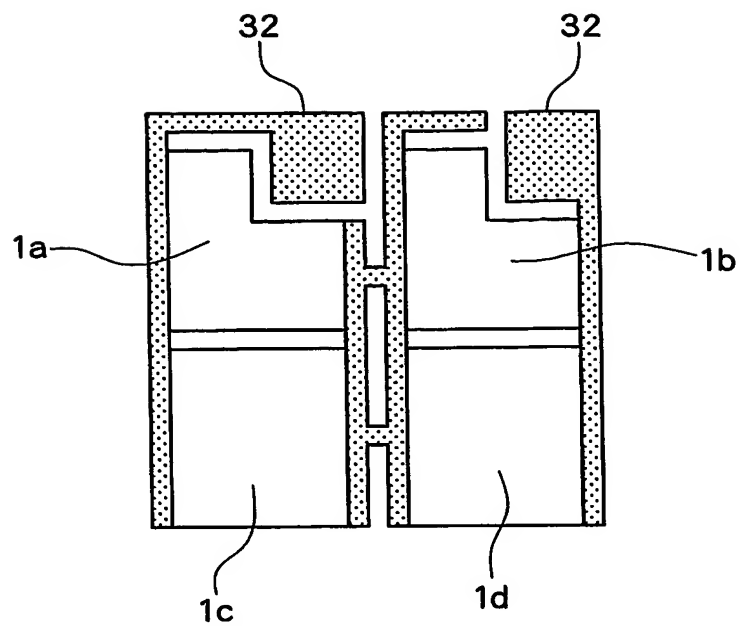


図 19

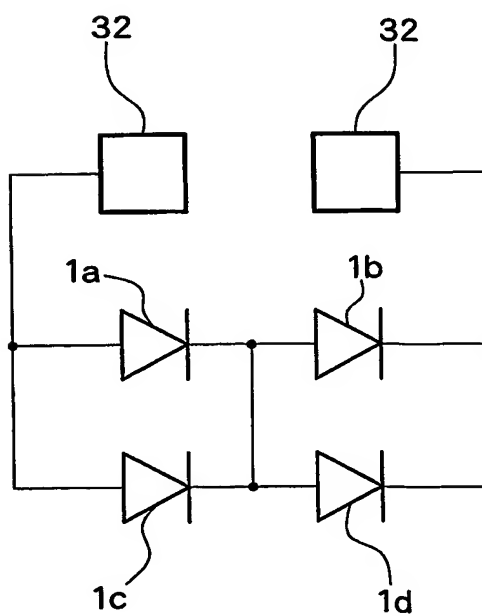


図 20

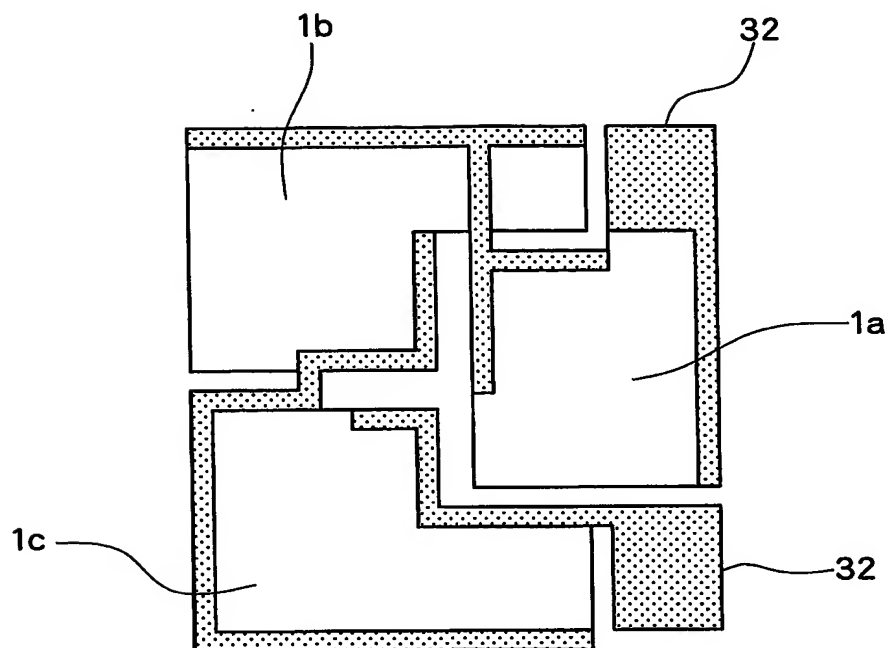


図 21

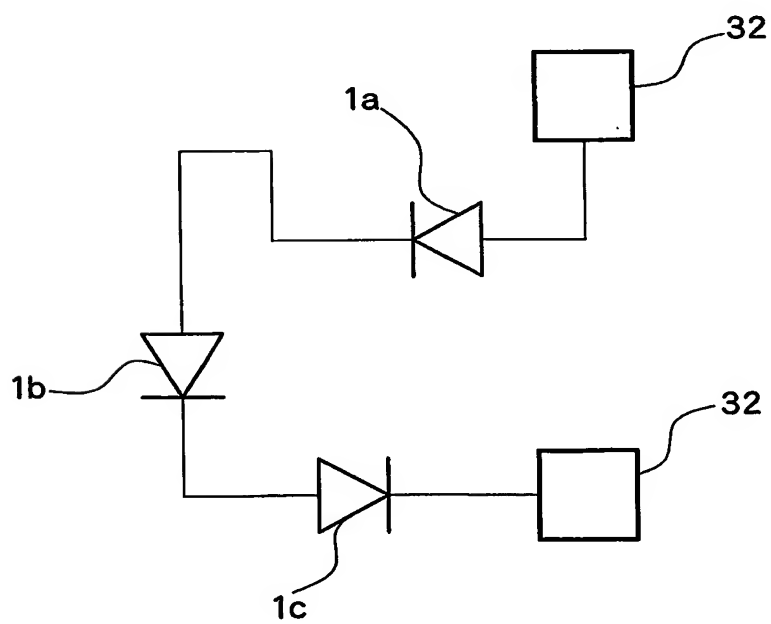




図 22

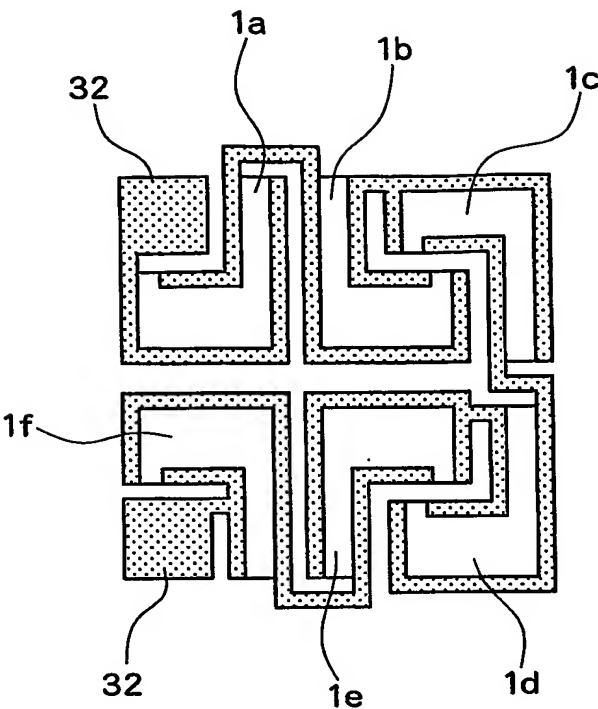
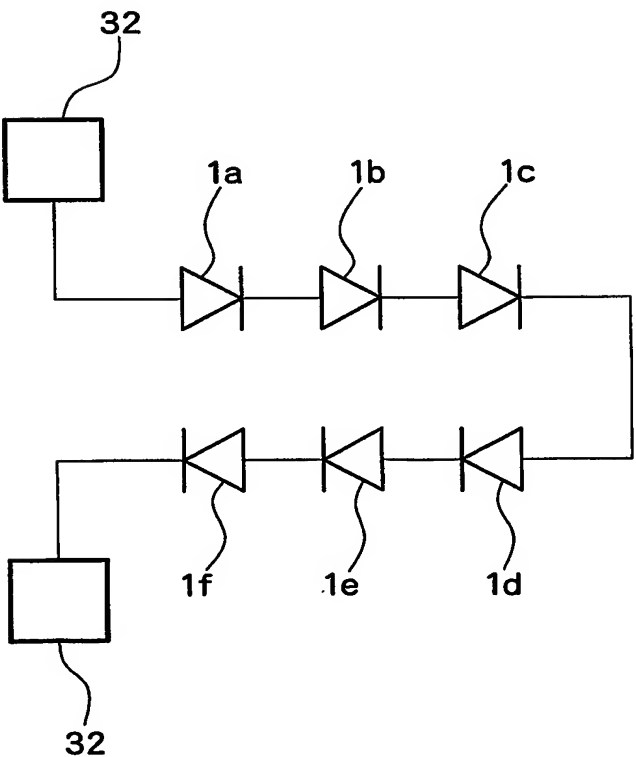
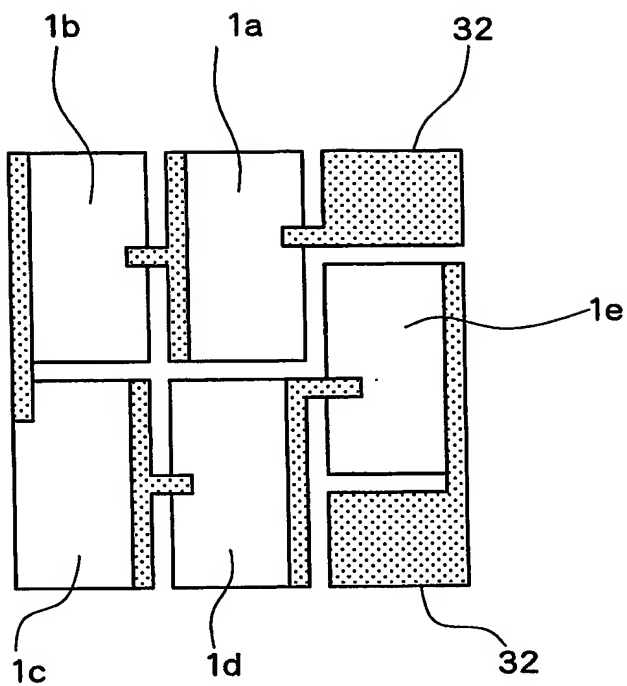


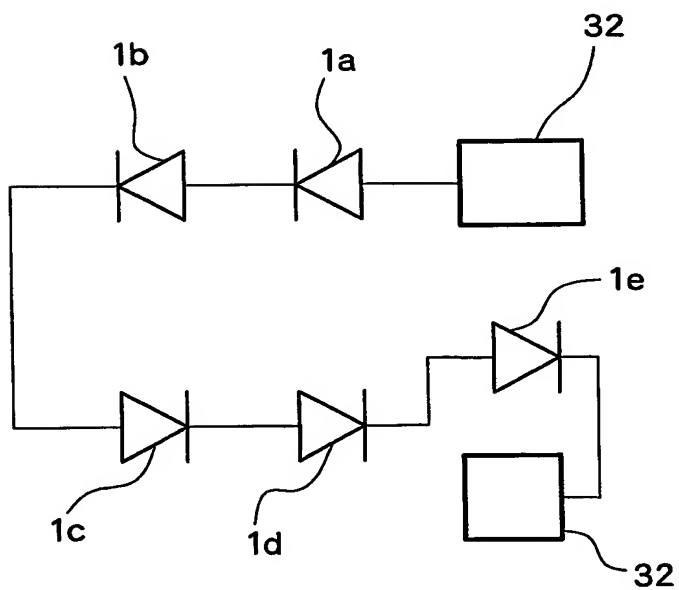
図 23



24



25



26

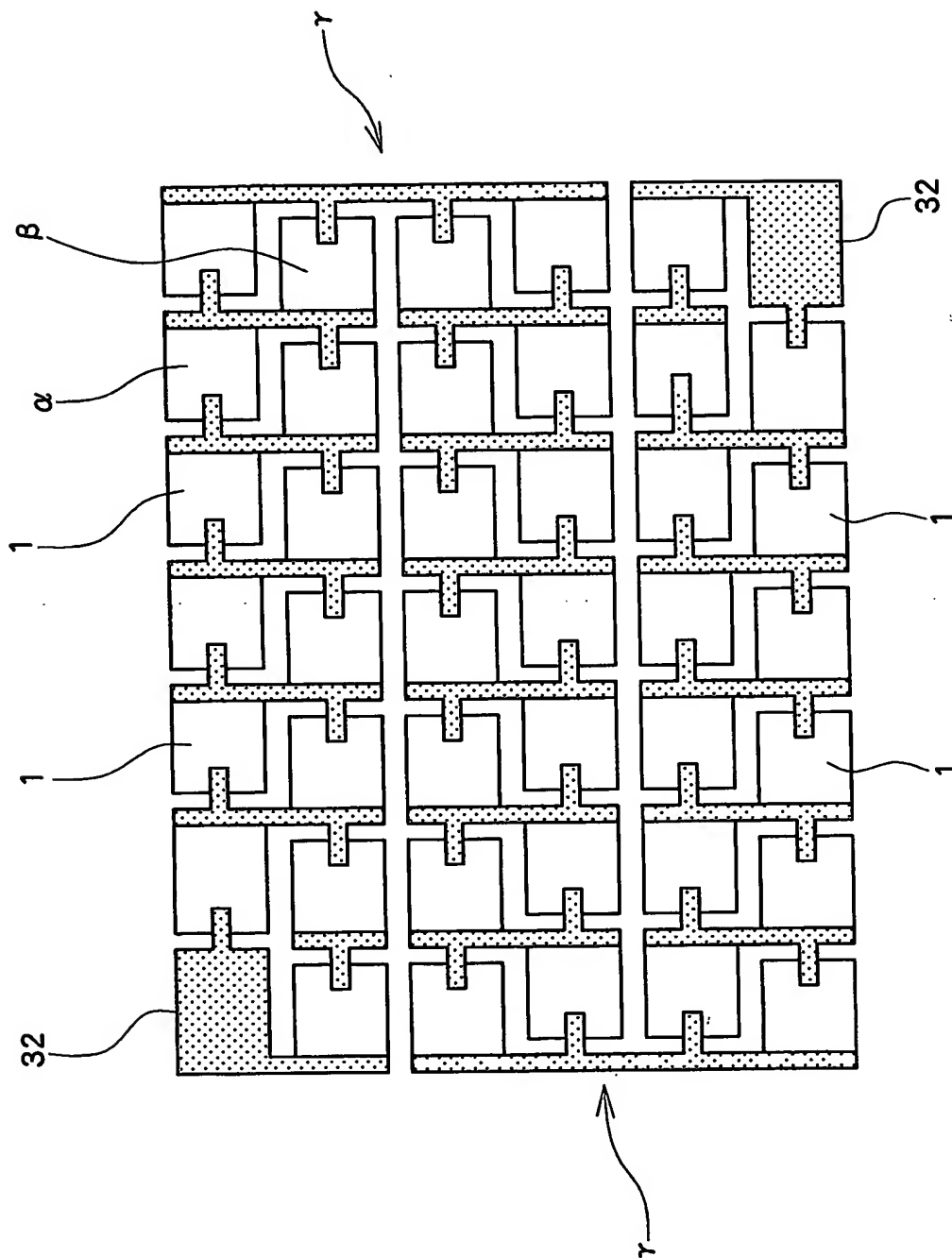


図 27

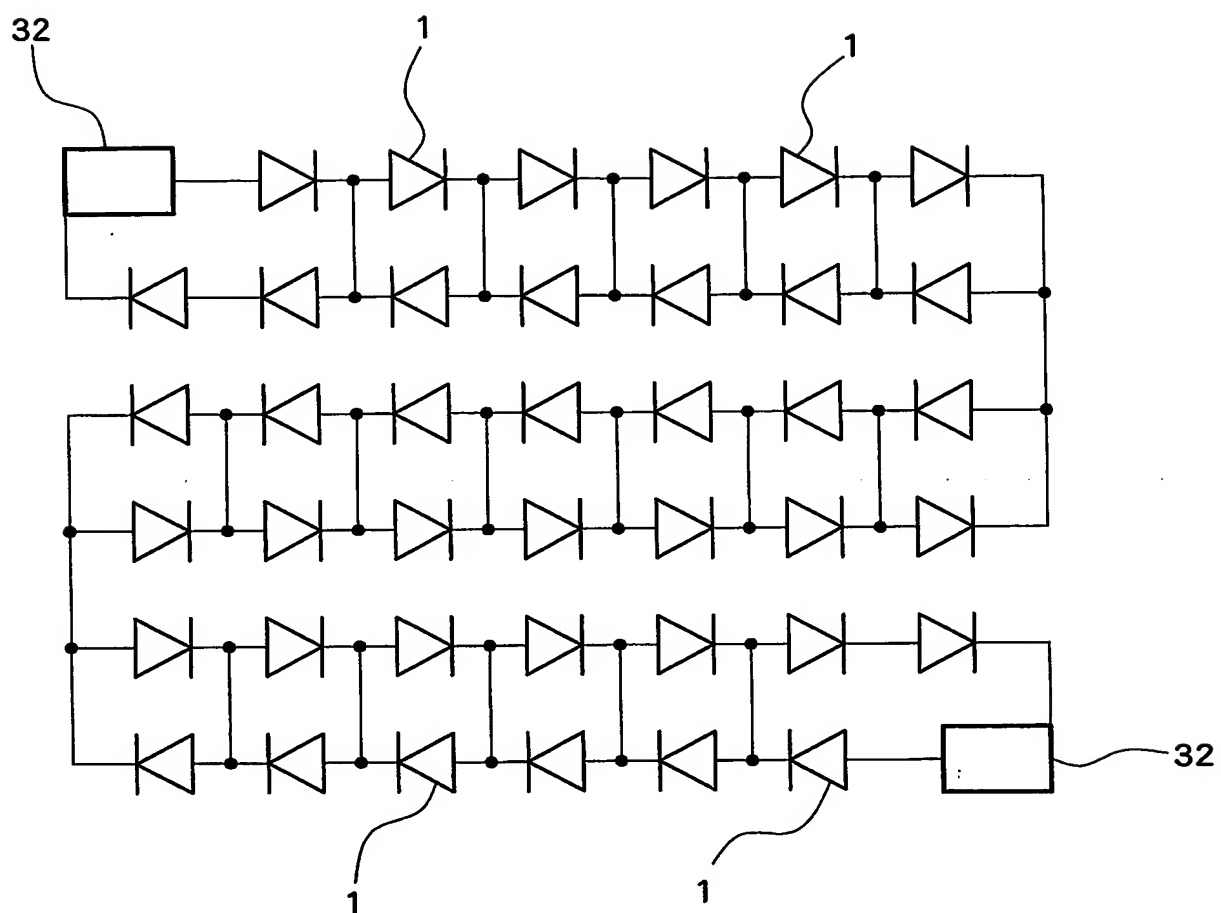


図 28

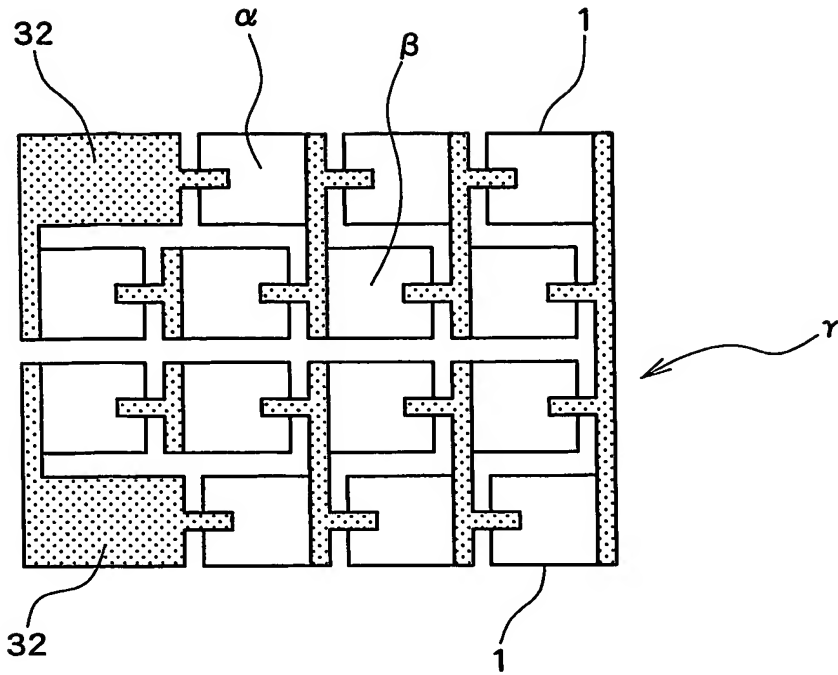


図 29

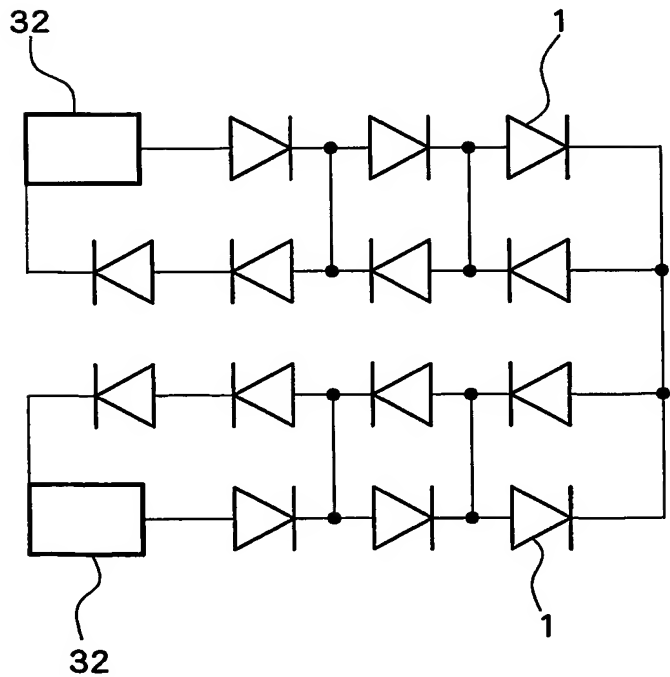


図 30

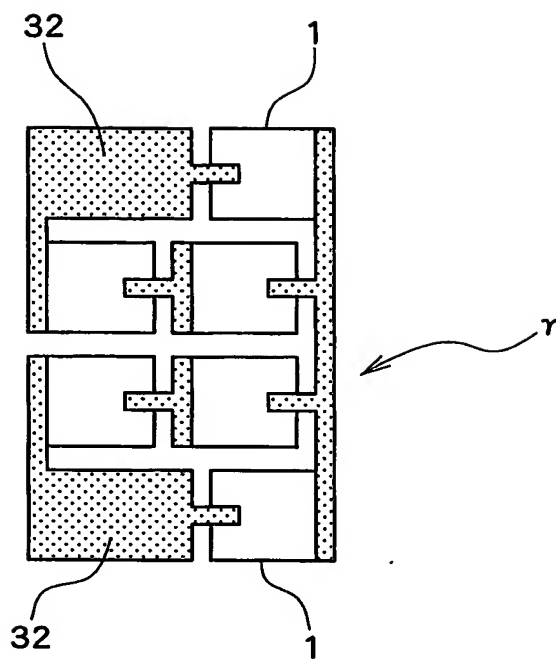
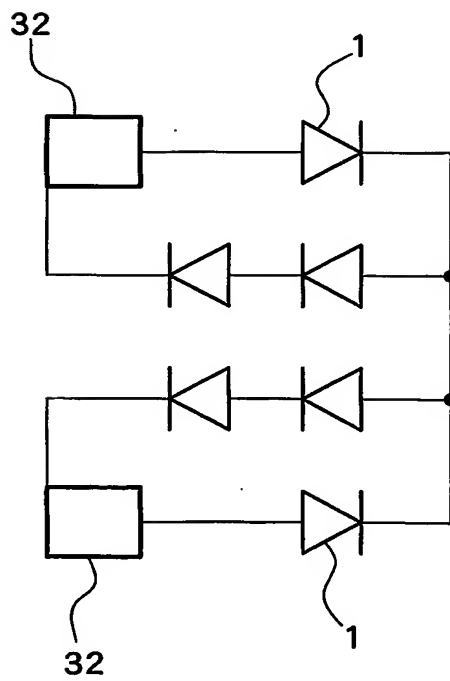


図 31



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/10922

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl<sup>7</sup> H01L33/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>7</sup> H01L33/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2003
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2003	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2001-156331 A (Nichia Chemical Industries, Ltd.), 08 June, 2001 (08.06.01), Full text; all drawings (Family: none)	1-2, 4-5, 10
X	JP 2001-307506 A (Hitachi, Ltd.), 02 November, 2001 (02.11.01), Full text; all drawings (Family: none)	1-3, 5, 10
X	JP 2000-068555 A (Hitachi, Ltd.), 03 March, 2000 (03.03.00), Full text; all drawings (Family: none)	1, 2, 5, 10

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier document but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search  
18 September, 2003 (18.09.03)

Date of mailing of the international search report  
07 October, 2003 (07.10.03)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/10922

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2001-351789 A (Toshiba Lighting & Technology Corp.), 21 December, 2001 (21.12.01), Full text; all drawings (Family: none)	6
A	JP 59-206873 A (Toshiba Corp.), 22 November, 1984 (22.11.84), Full text; all drawings (Family: none)	6



## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> H01L33/00

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> H01L33/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年  
 日本国公開実用新案公報 1971-2003年  
 日本国登録実用新案公報 1994-2003年  
 日本国実用新案登録公報 1996-2003年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリ*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP 2001-156331 A(日亜化学工業株式会社)2001. 06. 08 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-2, 4-5, 10
X	JP 2001-307506 A(株式会社日立製作所)2001. 11. 02 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-3, 5, 10
X	JP 2000-068555 A(株式会社日立製作所)2000. 03. 03 全文, 全図 (ファミリーなし)	1, 2, 5, 10

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリ

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの  
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

## の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
 「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

18. 09. 03

国際調査報告の発送日

07.10.03

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)  
 郵便番号100-8915  
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

道祖土 新吾

2K

9814

電話番号 03-3581-1101 内線 3253

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 2001-351789 A(東芝ライテック株式会社)2001. 12. 21 全文, 全図 (ファミリーなし)	6
A	JP 59-206873 A(株式会社東芝)1984. 11. 22 全文, 全図 (ファミリーなし)	6